

**Scientia Agropecuaria**Sitio en internet: www.sci-agropecu.unitru.edu.pe**Facultad de Ciencias
Agropecuarias**Universidad Nacional de
Trujillo**Crecimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) var. "Roja Arequipeña" en función de la fertilización NxK****Growth of onion (*Allium cepa* L.) var. "Red Arequipeña" due to fertilization NxK**Julio Estuardo Amaya Robles^{1,*}, Eduardo F. Méndez García²¹ Instituto de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria INTTA. Campo Experimental "El Álamo"; Pampas de San Juan s/n, Laredo. La Libertad, Perú.² Facultad de CC. Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n. ciudad Universitaria. Trujillo, Perú.

Recibido 26 diciembre 2011; aceptado 25 febrero 2012

Resumen

Con el objetivo de determinar la influencia de niveles crecientes de nitrógeno y potasio en el crecimiento de cebolla, se condujo un experimento en Pampas de San Juan, Laredo, durante los meses de octubre del 2010 a enero del 2011. Se utilizó semilla certificada de cebolla roja var. "Roja Arequipeña". Los tratamientos resultaron de las combinaciones de 60, 120, 180 y 240 kg de N ha⁻¹ y de 40, 80 y 160 kg de K₂O ha⁻¹; utilizándose como dosis única; 80 kg de P₂O₅ ha⁻¹. El experimento fue instalado en diseño de Bloques Completos al Azar, con arreglo factorial 3x4, con tres repeticiones. Los resultados de la investigación realizada permiten concluir que con la dosis de 120 kg de N.ha⁻¹ se obtuvo una respuesta lineal ascendente al nitrógeno con 44.9cm de altura a los 90 días DDT y de 14.2 mm para diámetro del falso tallo con la dosis de 60 kg de N.ha⁻¹ a los 104 días DDT sin respuestas al potasio en esta variable de estudio. No hubo respuestas a NxK, para el número de hojas.

Palabras clave: Cebolla, *Allium cepa*, crecimiento, número de hojas, nitrógeno, potasio.**Abstract**

With the objective to determining the influence of increasing levels of nitrogen and potassium in the growth of onion, was carried an experiment in Pampas de San Juan, Laredo during October 2010 to January 2011. We used certified seed red onion var. "Red Arequipeña". The treatments were the combinations results of 60, 120, 180 and 240 kg N ha⁻¹ and 40, 80 and 160 kg K₂O ha⁻¹, used as a single dose, 80 kg P₂O₅ ha⁻¹. The experiment was designed in randomized complete block with 3x4 factorial arrangements with three replications. The results of this research to conclude that the dose of 120 kg N.ha⁻¹, was obtained a linear response to nitrogen ascendant of 44.9cm in height with 90 days of DDT and 14.2 mm for diameter of the false stem with 60 N.kg⁻¹ to 104 days DDT. There were no responses to potassium in this variable. There were no responses to NxK for the number of leaves.

Keywords: Onion, *Allium cepa*, growth, number of leaves, nitrogen, potassium.**1. Introducción**

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las plantas cultivadas de más amplia difusión en el mundo, siendo la segunda hortaliza en importancia económica después de la papa, con un valor social inestimable, consumida por casi todos los pueblos del

planeta independiente del origen étnico y cultural; constituyéndose en un importante elemento de ocupación de mano de obra familiar (Kassab, 1994).

Según Carvalho y Nakagawa (2000), entre los factores que más limitan la producción de cebolla se consideran, la inexistencia de un programa de mejoramiento genético

* Autor para correspondencia
Email: jear357@yahoo.es (J.Amaya)

orientado a generar cultivares adaptados a una determinada región, y la disponibilidad de nutrientes que influyen en la producción y calidad del producto de este cultivo, siendo el nitrógeno el nutriente más limitante. De acuerdo con Magalhães (1993), un buen criterio de fertilización, consiste en satisfacer las necesidades del cultivo a través de la adopción de técnicas que propicien mayor eficiencia en el uso de fertilizantes, del agua, de la mano de obra y de los demás insumos, minimizando las pérdidas de nutrientes por lixiviación, erosión y volatilización.

En relación al nitrógeno, Sousa y Resende (2002) relatan que la aplicación adecuada de nitrógeno es necesaria para una mejor producción y desarrollo de la cebolla, sin embargo afirman que la aplicación de este nutriente en exceso, puede limitar la producción y aumentar las pérdidas durante el almacenamiento.

Para Pôrto *et al.* (2007) el nitrógeno y el potasio son los elementos más requeridos por la planta en términos de porcentaje en la materia seca, pues el nitrógeno participa en la constitución de proteínas, y es absorbido en grandes cantidades, siendo superado mínimamente por el potasio; asimismo relatan que existe una gran variación en la absorción de este nutriente en relación a factores como cultivar, densidad poblacional y atributos del suelo. En nuestro medio no existen trabajos relacionados con la fertilización de nitrógeno y potasio en cebolla, en este sentido se consideró importante la ejecución de esta investigación que tuvo como objetivo determinar la influencia de niveles crecientes de nitrógeno y potasio en el crecimiento de cebolla.

2. Materiales y métodos

La investigación se realizó en el campo experimental del Instituto de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria INTTA en el sector Pampas de San Juan de Laredo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad; durante los meses de octubre del 2010 a

enero del 2011. Dos meses antes de la instalación del experimento se recolectaron las muestras de suelo a una profundidad de 0 a 20cm y fueron remitidas al Laboratorio de Suelos y Fertilidad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Trujillo para su análisis, siendo clasificado como arenoso con un pH de 7.8, 1% de M.O., 3ppm de P, 80ppm de K; con una CE de 0.21. Se utilizó semilla certificada de cebolla var. "Rojá Arequipeña". Las fuentes de fertilizantes utilizados estuvieron constituidos por sulfato de amonio con 21% de N y 24% de S, fosfato di amónico con P_2O_5 46% y N 18% y sulfato de potasio con K_2O 50% y S 18%. Se aplicó todo el fósforo luego del trasplante junto con 1/3 de N y 1/3 de K, realizando un cambio de surco para taparlos; luego 1/3 del nitrógeno y K a los 30 días de la primera aplicación y el restante 1/3 del nitrógeno y K a los 30 días de la segunda aplicación. Los tratamientos estuvieron constituidos por 60, 120, 180 y 240 kg de N ha^{-1} ; 80 kg de P_2O_5 ha^{-1} y 40, 80 y 160 kg de K_2O ha^{-1} de cuyas combinaciones se obtuvieron doce tratamientos. La instalación del almácigo fue realizado el 03.10.2010 y el trasplante el 11.11.2010, cuyas dimensiones fueron de 1x10 m, se trazaron surquitos de 10 cm entre sí para depositar la semillas distanciados a 1.0 cm. La cantidad de semilla empleada se estimó en razón de 2.0 kg ha^{-1} . Durante el crecimiento de las plántulas en el almácigo se aplicaron riegos ligeros y continuados. Al inicio fue de dos veces por día. Antes del trasplante el riego fue reducido con el objeto de inducir endurecimiento de los tejidos y llevar al campo plántulas más resistentes. La parcela experimental estuvo constituida por surcos distanciados a 0.30 m y 0.15 m entre plantas. La longitud del surco y parcela fue de 3.0 m y el ancho de 1.2 m. La parcela experimental estuvo constituida por 20 plantas por surco en un área de de 3.6 m^2 . El experimento estuvo constituido 3 bloques de 3m de ancho por 14 m de largo, haciendo un área total de 154 m^2 .

La preparación del suelo se realizó con una arada, un gradeo y el surcado con tracción animal, siendo la primera operación para la incorporación del abono orgánico en cantidad estimada de 60 t/ha. Se realizó con dos meses de anticipación junto con la incorporación del estiércol de vacuno estimado en 60 t/ha el cual se arrojó al voleo e incorporado con arado, para luego surcar y regar una vez por semana para asegurar su descomposición.

Las plántulas de cebolla permanecieron en el almácigo durante 35 días, habiéndose realizado el trasplante cuando alcanzaron 15 cm de alto y un diámetro de 6 mm a nivel del suelo. El día del trasplante se regó la cama de almácigo para facilitar la extracción de las plántulas, eligiéndose las más robustas para ser colocadas en hoyos de 4 cm de profundidad con el auxilio de una madera compuesta por 10 pequeñas estacas distanciadas a 15 cm, colocándose una planta en cada hoyo a 30 cm entre surcos durante todo el periodo vegetativo de cultivo, se realizaron seis evaluaciones, eligiéndose cinco plantas al azar de cada tratamiento para determinar, altura de planta, número de hojas y diámetro del falso tallo respectivamente.

La altura de planta fue obtenida por la medición de la distancia entre el nivel del suelo y el extremo de la última hoja completamente desarrollada o extendida con una regla milimetrada, a los 35, 50, 78, 90 y 104 días después del trasplante (DDT) en cinco evaluaciones los cuales se expresaron en centímetros.

El número de hojas se obtuvo a través del conteo del número de hojas fotosintéticamente activas y completamente desarrolladas, a los 30, 45, 50, 90 y 104 DDT después del trasplante sien considerar las hojas secas y podridas.

El diámetro del falso tallo, se obtuvo midiéndose entre la parte aérea y cuello de la planta, con el auxilio de un vernier digital.

Las características evaluadas fueron analizadas mediante el análisis de varianza y de regresión al 0.05 de probabilidad

según Banzato y Kronka (1992). Para identificar los tratamientos con mejores respuesta se realizó la prueba de Duncan al 5%. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SANEST (Zonta y Machado, 1984).

3. Resultados y discusión

Altura de la planta

En la Tabla 1 se presenta el análisis de varianza para la característica altura de la planta del promedio de todos los tratamientos a través de seis evaluaciones, en las cuales se observa un efecto significativo para el factor nitrógeno a los 90 días y una tendencia lineal ascendente a través del desarrollo de la planta con un $r^2=0.996$ (Figura 1). En relación a esta variable, no hubo interacción entre nitrógeno y potasio para la característica altura de planta en ninguna de las evaluaciones.

Estos resultados nos permiten inferir que las respuestas de las plantas de cebolla para esta variable fueron determinadas por el nitrógeno y que los niveles utilizados de potasio no fueron suficientes para promover diferencias en el parámetro altura de este cultivo.

En las figuras 1, 2 y 3, se observa la variación de la altura de la planta de todos los tratamientos a lo largo del ciclo vegetativo de la cebolla, distinguiéndose tres fases de desarrollo de este cultivo. La fase I desde el trasplante hasta 64 días, la fase II desde el fin de la anterior hasta el comienzo de un crecimiento acentuado del falso tallo observado a los 90 días y la fase III desde el fin de la anterior hasta cosecha. En la fase I se determinó un crecimiento del falso tallo; fue significativo con un incremento de 15.6 cm, luego se incrementó en 5.9 cm alcanzando una altura total de 44.9 cm. Los promedios totales de la sexta evaluación fueron de 44 cm debido a que los ápices de las hojas estaban secos reduciendo el promedio de todos los tratamientos en 0.9 cm.

Tabla 1

Análisis de varianza para altura de plantas (cm) de cebolla durante el desarrollo del cultivo en función de niveles crecientes de nitrógeno y potasio.

Fuentes de Variación	GL	Días después de la siembra ($p \leq 0.05$)					
		35	50	64	78	90	104
Bloques	2	8.302	6.322	43.947	34.325	2.424	4.328
Tratamientos	11	0.588	0.611	0.775	0.920	2.111	0.691
Nitrógeno N	3	0.462	0.566	0.497	0.995	3.591*	3.05
Potasio K	2	0.779	0.434	0.755	0.777	1.899	3.44
N x K	6	0.588	0.692	0.920	0.930	1.447	2.55
Error	22						
Total	35						
CV (%)		14.40	13.66	13.13	18.52	16.65	15.10

*Valor de p significativo cuando ≤ 0.05 .

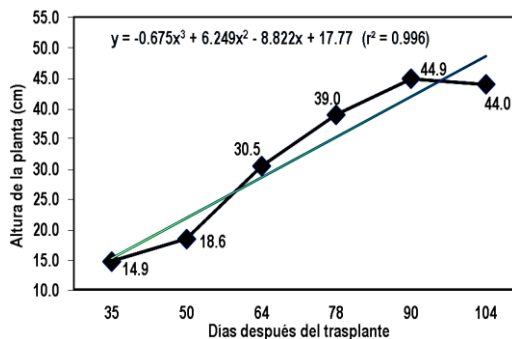


Figura 1. Variación de la altura promedio (cm) de plantas de cebolla durante su desarrollo, en función niveles crecientes de nitrógeno y potasio.

Todos los tratamientos incrementaron la altura de la planta desde 2da evaluación hasta los 90 días antes de la cosecha, con una disminución del tamaño en la sexta evaluación debido a la maduración y ruptura de los ápices de las hojas.

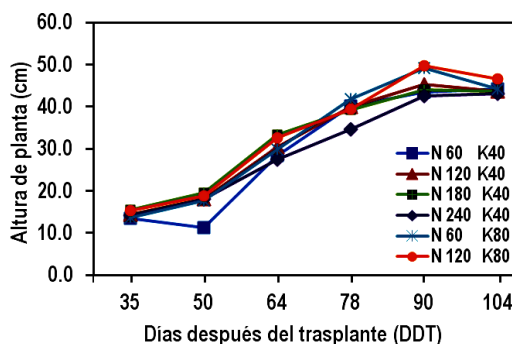


Figura 2. Altura de planta (cm) de cebolla durante seis evaluaciones trasplante en función niveles crecientes de nitrógeno y potasio.

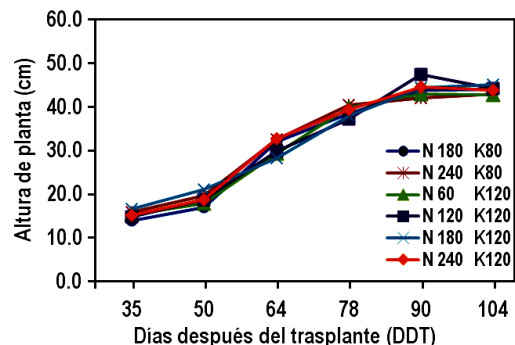


Figura 3. Altura de planta (cm) durante seis evaluaciones trasplante en función niveles crecientes de nitrógeno y potasio.

Estos resultados coinciden con trabajos desarrollados en otras regiones geográficas, donde se observaron bajos niveles en la acumulación de masa seca y crecimiento de la cebolla en las fases iniciales del cultivo, seguido por un rápido crecimiento y la consecuente acumulación de masa seca, en una fase intermediaria. En una tercera fase, los autores relatan una reducción de la masa seca de las hojas y aumento más acentuado de la masa de los bulbos debido de la translocación de los fotosintetizados de las hojas hacia los bulbos (Vidigal *et al.*, 2003).

Estudios realizados por Vigidal *et al.* (2002a) con el cultivar de cebolla “Alfa Tropical” de 130 días de ciclo, mostraron que hasta los 74 días después de la siembra (DDS), las plantas no alcanzaron el 10% de masa fresca y seca, después de ese período; el crecimiento fue intensificado

hasta el final de ciclo. Las hojas también aumentaron su masa lentamente hasta los 74 días después de la siembra, llegando a su máximo a los 107 DDS con la reducción posterior hasta el final del ciclo.

Brewster (1994) señala que la primera fase de crecimiento de las alliáceas es baja comparada con la mayoría de las especies cultivadas.

En la Tabla 1 se observa un efecto significativo para el factor nitrógeno a los 90 días, elaborado la curva que describe la evolución de las plantas a lo largo del ciclo vegetativo del cultivo, se observa un crecimiento lineal creciente de la variable altura de planta para el nitrógeno con un $r^2=0.879$ (Figura 4).

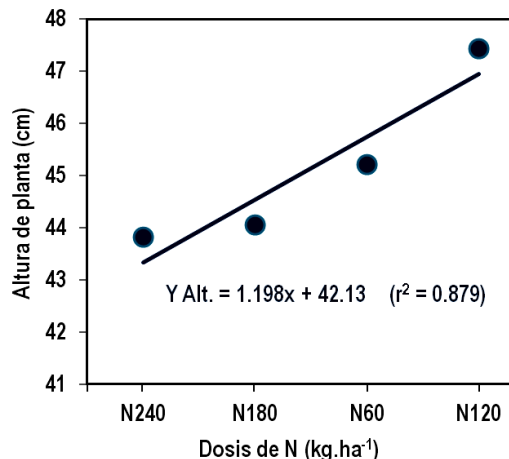


Figura 4. Efecto de la aplicación de nitrógeno sobre la altura de la planta de cebolla a los 90 días después de la siembra.

En relación al crecimiento de la planta, Costa *et al.* (2002) afirman que las altas temperaturas pueden influenciar en la reducción del ciclo vegetativo de la planta. En ese sentido, las condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo presentaron variaciones que justifican la reducción del ciclo pues la maduración de la planta se realizó a los 104 días DDT, en el segundo mes de la estación de verano. Según Vizzoto (1984) y Arboleya (2005), plantas con 25 cm de altura y de 4 a 6mm de diámetro obtuvieron los mayores

rendimientos. Podemos inferir que la altura de la planta de cebolla realizada a los 90 DDT fue influenciada por la aplicación aislada de nitrógeno la cual promovió el mayor desarrollo de la plantas (Figura 5).



Figura 5. Evaluación de la altura falso tallo de cebolla a los 90 días después del trasplante en función niveles crecientes de nitrógeno y potasio.

Número de hojas

Realizado el análisis de varianza (Tabla 2) no se observan diferencias significativa entre tratamientos para esta variable dentro de cada evaluación así como interacción por efectos de nitrógeno y potasio.

El número de hojas activas desde el momento del trasplante hasta la quinta evaluación, varió de 2 a 10, lo que muestra que durante el ciclo se fueron emitiendo nuevas hojas. En la 6ta evaluación realizada antes de la cosecha los tratamientos N₆₀ x K₈₀ y N₁₂₀ y K₄₀ superaron a los demás tratamientos en esta variable, en relación a los demás tratamientos; hecho que puede ser atribuido a una respuesta independiente del fertilizante nitrogenado (Figura 6).

Tabla 2

Análisis de varianza para el número de hojas de cebolla durante seis evaluaciones en función de niveles crecientes de nitrógeno y potasio. Transformación $\sqrt{x+0.5}$.

Fuentes de Variación	GL	Días después de la siembra ($p \leq 0.05$)					
		35	50	64	78	90	104
Bloques	2	5.492	17.310	43.185	10.127	1.570	2.032
Tratamientos	11	0.741	1.139	1.557	0.644	1.390	0.881
Nitrógeno N	3	0.551	2.039	1.342	0.752	0.923	2.119
Potasio K	2	1.553	0.189	2.523	0.129	0.438	0.820
N x K	6	0.565	1.006	1.342	0.773	1.607	0.282
Error	22						
Total	35						
CV (%)		14.40	13.66	13.13	18.52	16.65	15.10

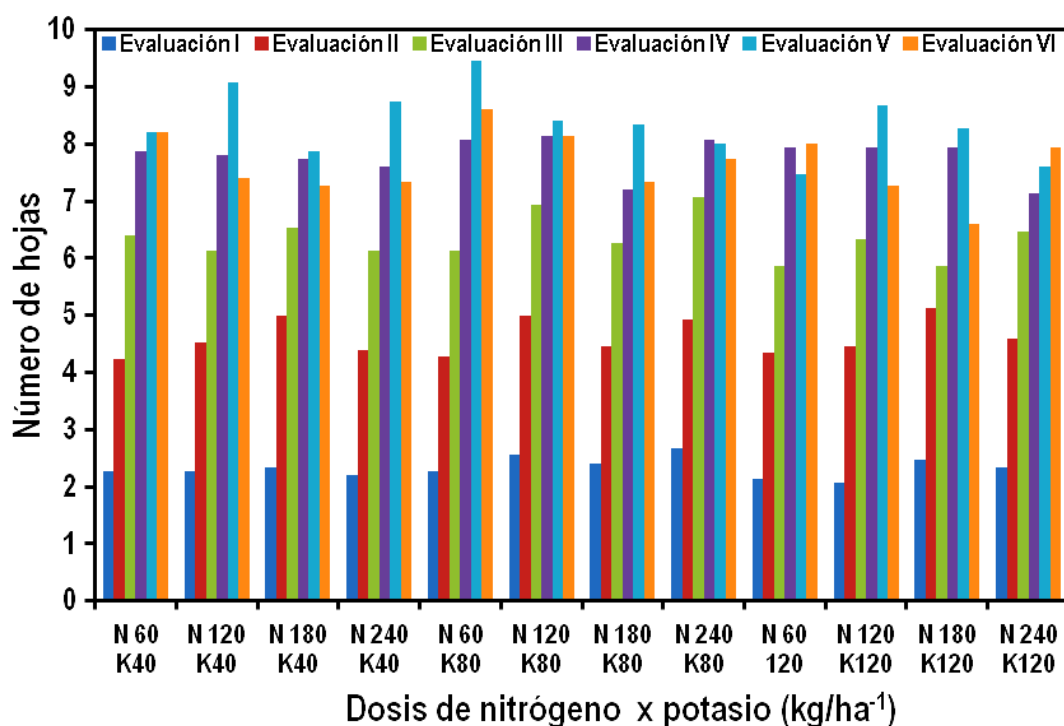


Figura 6. Evaluación del número de hojas de los tratamientos en estudio durante seis evaluaciones en función niveles crecientes de nitrógeno y potasio.

Diámetro del falso tallo

El diámetro del falso tallo no fue influenciado por la interacción de los nutrientes utilizados, las significaciones fueron aisladas a la aplicación de nitrógeno o de potasio conforme se puede observar la Tabla 3; de esta manera fueron elaboradas las curvas que describen la evolución de esta característica que presentaron

significancia a los 64 y 104 días, respectivamente (Figuras 7 y 8).

Con la prueba de Duncan (Tabla 4) se verificó una mayor respuesta de las combinaciones entre N x K en los tratamientos con las combinaciones de N₆₀ x K₈₀ y N₁₂₀ x K₈₀ en las evaluaciones realizadas a los 64 y 104 días, antes de la cosecha.

Tabla 3

Análisis de varianza de seis evaluaciones para diámetro (mm) del falso tallo de cebolla en función de niveles crecientes de NxK Transformación $\sqrt{x+0.5}$.

Fuentes de Variación	GL	Días después de la siembra (p≤ 0.05)					
		35	50	64	78	90	104
Bloques	2	4.125	24.605	3.566	2.969	8.100	11.523
Tratamientos	11	1.672	0.718	2.714 *	2.180	1.931	2.784 *
Nitrógeno N	3	0.754	0.200	0.854	1.257	1.874	7.153 **
Potasio K	2	2.308	1.986	8.174 **	2.720	3.070	2.898
N x K	6	1.19	0.554	1.822	2.462	1.580	0.561
Error	22						
Total	35						
CV (%)		19.21	14.51	9.51	8.03	10.92	7.63

** Diferencias altamente significativas

Tabla 4

Prueba de significación de Duncan para el diámetro del falso tallo de cebolla a los 64 y 104 días (DS) en función de niveles crecientes de nitrógeno y potasio.

O.M	Tratamientos	Sig. Duncan $\alpha = 0.05$ Diámetro del falso tallo					
		64 DDS			104 DDS		
1	N ₁₈₀ x K ₄₀	11.850	a		14.420	a	
2	N ₂₄₀ x K ₄₀	11.793	a		14.393	a b	
3	N ₆₀ x K ₄₀	11.497	a b		14.287	a b	
4	N ₁₈₀ x K ₈₀	11.450	a b c		14.000	a b c	
5	N ₂₄₀ x K ₈₀	11.417	a b c		13.797	a b c d	
6	N ₁₂₀ x K ₄₀	11.417	a b c		13.363	a b c d e	
7	N ₁₈₀ x K ₁₂₀	11.347	a b c		12.753	a b c d e	
8	N ₁₆₀ x K ₁₂₀	11.000	a b c		12.613	b c d e	
9	N ₁₂₀ x K ₁₂₀	10.610	a b c d		12.527	c d e	
10	N ₂₄₀ x K ₁₂₀	9.700	b c d		12.377	d e	
11		9.577	c d		11.833	e	
12		8.833	d		11.807	e	
Dms (63 Días)		1.74	1.84	1.89	1.93	1.96	1.98
Promedio _(63 Días)		10.847					
Dms (104 Días)		5.281	5.552	5.714	5.840	5.930	5.984
Promedio _(104 Días)		13.180					

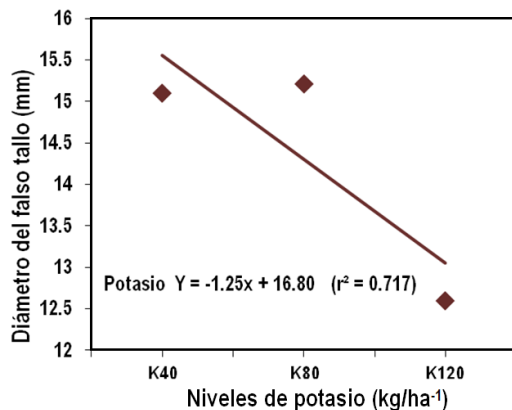


Figura 7. Efecto de la aplicación de K sobre el diámetro del falso tallo (mm) de cebolla a los 64 días DDS.

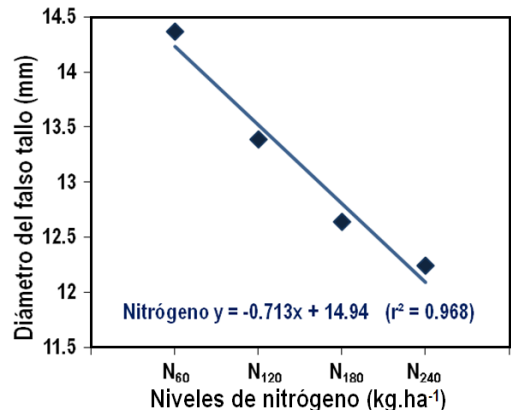


Figura 8. Efecto de la aplicación de N sobre el diámetro del falso tallo (mm) de cebolla a los 104 días DDS.

En relación a esta variable, se observó una correlación de $r^2=0.717$ para el potasio a los 60 días (Figura 7) y una correlación de $r^2= 0.968$ para el nitrógeno a los 104 días (Figura 8); con tendencias lineales descendentes para la variable diámetro del falso tallo en ambos nutrientes. Analizando el efecto del nitrógeno y potasio en las variables altura y diámetro del falso tallo sobre la producción de los bulbos; Vizzoto (1984) observó una alta correlación entre estas dos variables, principalmente en relación a la producción comercial de bulbos, atribuyendo que las plantas con mayor diámetro del falso tallo fueron más productivas debido a una mayor disponibilidad del nitrógeno sobre el potasio cuyas respuestas son independientes.

4. Conclusiones

Con la dosis de 120 kg de N.ha⁻¹ se obtuvo una respuesta lineal ascendente al nitrógeno para la altura de planta con 44.9cm los 90 días DDT y de 14.2 mm para diámetro del falso tallo con 60 kg de N.ha⁻¹ a los 104 días DDT. No hubo respuestas al potasio en esta variable de estudio y a la interacción NxK, para el número de hojas.

Referencias bibliográficas

- Arbolea J. 2005. Tecnología para la producción de cebolla. Boletín de Divulgación N° 88, ed. Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA: Montevideo. 248p.
- Banzato, D.A; Kronka, S.N. 1992. Experimentação Agrícola. Jaboticabal Funep, SP. Brasil. 245p.
- Brewster, J.L. 1994. The physiology of crop growth, development and yield. In: Brewstwer L. J. ed. Onions and other vegetable *Alliums*. CAB international. UK, p. 63-91.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP. 588 p.
- Costa, N.D.; Leite, D.L.; Santos, C.A.F.; Candeia, J.A.; Vidigal, S.M. 2002. Cultivares de cebola. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.23, n.218, p 20-27.
- Kassab, A.L. 1994. Cebola: do túmulo dos faraós as exigentes mesas modernas. Brasil Agrícola, 2^{da} ed. São Paulo: Ícone. 199p.
- Magalhães, J.R. 1993. Nutrição e adubação da cebola. In: Simpósio sobre Nutrição e Adubação de Hortaliças, 1990, Jaboticabal, SP. Anais. Piracicaba: Potafos, p.381-399.
- Pôrto, D.R. De Q.; Cecilio-Filho, A.B.; May, A.; Vargas, P.F. 2007. Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola Superex estabelecida por semeadura direta. Ciência Rural 37: 949-955.
- Souza, R.J.; Resende, G.M. de. 2002. Cultura da cebola. Textos acadêmicos. Lavras: FLA/FAEPE, 115 p.
- Vidigal, S.M.; Pereira, P.R.G.; Pacheco, D.D.; Facion, C.E. 2003. Acumulação de matéria fresca e seca pela cebola. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43. *Resumos...* Recife: SOB (CD-ROM).
- Vidigal, S.M.; Facion, C.E.; Pacheco, D.D. 2002. Avaliação de três cultivares de cebola na região Norte de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 42. 2002, Uberlândia. Anais. Uberlândia: SOB, CD-ROM.
- Vizzoto, V.J. 1984. Efeito do tamanho da muda e da época de transplante sobre a produção de bulbos comerciais de cebola (*Allium cepa* L.). Pelotas: UFPel. 57p. (Dissertação).
- Zonta, E.P.; Machado, A.A. 1984. SANEST - Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores. Registrado na Secretaria Especial de Informática sob nº.066060 - categoria A. Pelotas, RS: Universidade Federal de Pelotas.